

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 04214873 A

(43) Date of publication of application: 05 . 08 . 92

(51) Int. Cl

C23C 16/50
C23C 16/44
H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/31

(21) Application number: 03031143

(22) Date of filing: 27 . 02 . 91

(30) Priority: 21 . 11 . 90 JP 02316423

(71) Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

(72) Inventor: TSUJI NAOTO
SHIBATA KAZUYOSHI
KAMIYAMA MICHIA

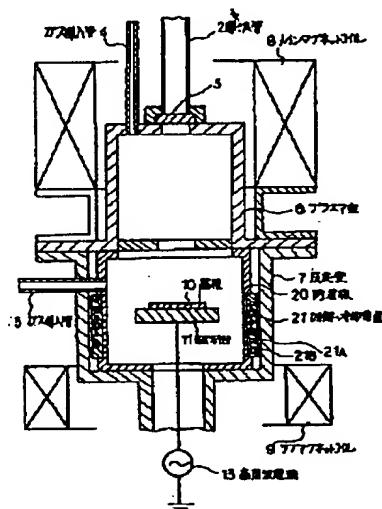
(54) METHOD FOR DRY-CLEANING ECR PLASMA
CVD DEVICE

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To remove the film deposited in the device in a short time by applying primary cleaning using a divergent magnetic field and a high-pressure gaseous etchant and the second cleaning using a cusped magnetic field and a low-pressure gaseous etchant.

CONSTITUTION: Primary cleaning is performed at the high pressure of 0.1 to several Torr using a divergent magnetic field generated by a main magnet coil 8 while supplying a high-frequency power to a sample holder 11, hence high-density plasma, i.e., a high-density reaction active species, is produced, and the reaction product film deposited on the inner wall surface of a plasma chamber 6, the surface of the holder 11 and the upper surface of a reaction chamber 7 is removed. Secondary cleaning is conducted at the low pressure of 1 to 10mTorr using a cusped magnetic field (the whole magnetic field generated by forming a flux on a submagnet coil 9 in the opposite direction to the flux by the main magnet coil 8) without supplying a high-frequency power to the holder 11. The reaction product film is rapidly removed in this way.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-214873

(43)公開日 平成4年(1992)8月5日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 序内整理番号 F I 技術表示箇所
C 2 3 C 16/50 7325-4K
16/44 7325-4K
H 0 1 L 21/205 7739-4M
21/302 B 7353-4M
21/31 C 8518-4M

審査請求 未請求 請求項の数 9(全 11 頁)

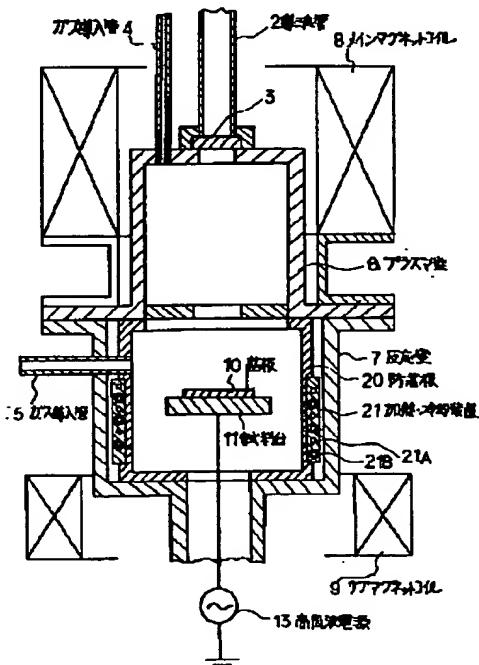
(21)出願番号	特願平3-31143	(71)出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22)出願日	平成3年(1991)2月27日	(72)発明者	辻直人 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平2-316423	(72)発明者	柴田一喜 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(32)優先日	平2(1990)11月21日	(72)発明者	神山道也 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	介理士山口巖

(54) 【発明の名称】 ECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法

(57) 【要約】

【目的】試料台が配される反応室内に、プラズマ室を囲むメインマグネットコイルと対となってカスプ磁界またはミラー磁界を形成するサブマグネットコイルと、高周波電源とを備えたE C R プラズマCVD装置の内部に堆積した膜を短時間に完全に除去可能なドライクリーニングの方法を提供する。

【構成】0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガス、発散磁場によるクリーニングと、1～10mtorr範囲の低圧力エッティングガス、カスプ磁場によるクリーニングとを、少なくとも一方のクリーニング時に試料台に高周波バイアスを印加して行う方法とする。あるいは、高圧力エッティングガス、ミラー磁場、高周波バイアス印加によるクリーニングと、低圧力エッティングガス、カスプ磁場によるクリーニングとによりクリーニングする方法とする。さらに、上記各方法によるクリーニング時に装置の内壁面を適宜の高温に保ってクリーニングする方法とし、クリーニング時間をさらに短縮する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波とガスとの導入によりプラズマを生成するプラズマ室と、このプラズマ室にマイクロ波を導入する導波管とプラズマ室との結合部近傍のプラズマ室内に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁場を形成するためにプラズマ室を取り囲んで配されるメインマグネットコイルと、前記プラズマ室の導波管結合部と対面する側の開口を介して該プラズマ室と連通する、内部に試料台を収容するとともに真空排気管を備えた反応室と、前記メインマグネットコイルから試料台の試料取付け面より遠方の位置にメインマグネットコイルと同軸に配されメインマグネットコイルと対となって通電電流の方向によりカスプ磁場またはミラー磁場を形成するサブマグネットコイルと、前記試料台に高周波電力を供給する高周波電源と、を備えたE C R プラズマC V D 装置の内部に付着した反応生成物の除去に、前記プラズマ室に導入されプラズマ化されたエッティングガスを用いるドライクリーニングの方法において、前記メインマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10m torr範囲の低圧力エッティングガスとを用いて反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより装置内の反応生成物を除去することを特徴とするE C R プラズマC V D 装置ドライクリーニングの方法。

【請求項2】マイクロ波とガスとの導入によりプラズマを生成するプラズマ室と、このプラズマ室にマイクロ波を導入する導波管とプラズマ室との結合部近傍のプラズマ室内に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁場を形成するためにプラズマ室を取り囲んで配されるメインマグネットコイルと、前記プラズマ室の導波管結合部と対面する側の開口を介して該プラズマ室と連通する、内部に試料台を収容するとともに真空排気管を備えた反応室と、前記メインマグネットコイルから試料台の試料取付け面より遠方の位置にメインマグネットコイルと同軸に配されメインマグネットコイルと対となって通電電流の方向によりカスプ磁場またはミラー磁場を形成するサブマグネットコイルと、前記試料台に高周波電力を供給する高周波電源と、を備えたE C R プラズマC V D 装置の内部に付着した反応生成物の除去に、前記プラズマ室に導入されプラズマ化されたエッティングガスを用いるドライクリーニングの方法において、前記メインマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10m torr範囲の低圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより装置内の反応生成物を除去することを特徴とするE C R プラズマC V D 装置ドライクリーニングの方法。

2

しつつ反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより装置内の反応生成物を除去することを特徴とするE C R プラズマC V D 装置ドライクリーニングの方法。

【請求項3】マイクロ波とガスとの導入によりプラズマを生成するプラズマ室と、このプラズマ室にマイクロ波を導入する導波管とプラズマ室との結合部近傍のプラズマ室内に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁場を形成するためにプラズマ室を取り囲んで配されるemainマグネットコイルと、前記プラズマ室の導波管結合部と対面する側の開口を介して該プラズマ室と連通する、内部に試料台を収容するとともに真空排気管を備えた反応室と、前記emainマグネットコイルから試料台の試料取付け面より遠方の位置にemainマグネットコイルと同軸に配されemainマグネットコイルと対となって通電電流の方向によりカスプ磁場またはミラー磁場を形成するサブマグネットコイルと、前記試料台に高周波電力を供給する高周波電源と、を備えたE C R プラズマC V D 装置の内部に付着した反応生成物の除去に、前記プラズマ室に導入されプラズマ化されたエッティングガスを用いるドライクリーニングの方法において、前記emainマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用いて反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、emainマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10m torr範囲の低圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより装置内の反応生成物を除去することを特徴とするE C R プラズマC V D 装置ドライクリーニングの方法。

【請求項4】マイクロ波とガスとの導入によりプラズマを生成するプラズマ室と、このプラズマ室にマイクロ波を導入する導波管とプラズマ室との結合部近傍のプラズマ室内に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁場を形成するためにプラズマ室を取り囲んで配されるemainマグネットコイルと、前記プラズマ室の導波管結合部と対面する側の開口を介して該プラズマ室と連通する、内部に試料台を収容するとともに真空排気管を備えた反応室と、前記emainマグネットコイルから試料台の試料取付け面より遠方の位置にemainマグネットコイルと同軸に配されemainマグネットコイルと対となって通電電流の方向によりカスプ磁場またはミラー磁場を形成するサブマグネットコイルと、前記試料台に高周波電力を供給する高周波電源と、を備えたE C R プラズマC V D 装置の内部に付着した反応生成物の除去に、前記プラズマ室に導入されプラズマ化されたエッティングガスを用いるドライクリーニングの方法において、前記emainマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したミラー磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を印加しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記emainマグネット

コイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁界と、1~10m⁻³範囲の低圧力エッティングガスとを用いて反応生成物を除去する第2のクリーニング工程により装置内の反応生成物を除去することを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【請求項5】請求項第1項、第2項、第3項または第4項に記載のドライクリーニング方法において、反応生成物が除去される装置内壁面が、第1および第2それぞれのクリーニング工程中、外部の熱源から加熱エネルギーを受けて適宜の高温に保たれることを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【請求項6】請求項第1項、第2項、第3項、第4項または第5項に記載のドライクリーニングの方法において、第2のクリーニング工程によるクリーニングが少なくとも2つのカスプ面位置で行われることを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【請求項7】請求項第6項に記載のドライクリーニングの方法において、1つのカスプ面位置から次のカスプ面位置へのカスプ面の移動を、サブマグネットコイルに供給する電流と該サブマグネットコイルの軸方向移動により行なうことを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【請求項8】請求項第1項、第2項、第3項、第4項または第5項に記載のドライクリーニング方法において、0.1~数m⁻³範囲およびまたは1~10m⁻³範囲内のエッティングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管の途中から該真空排気管内へプラズマ室に導入するエッティングガスと同一種のエッティングガスまたは不活性ガスを導入しつつ行なうことを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【請求項9】請求項第1項、第2項、第3項、第4項または第5項に記載のドライクリーニング方法において、0.1~数m⁻³範囲およびまたは1~10m⁻³範囲内のエッティングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管を複数の排気管を並列に用いて構成し、使用する排気管の組合せを変えて行なうことを特徴とするECRプラズマCVD装置ドライクリーニングの方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ECRプラズマCVD装置を用いて半導体素子の絶縁膜などを成膜した場合、装置内壁にも、絶縁膜などが形成されて、装置内部のフレーク状あるいは粉末状のごみ発生の原因となり、半導体素子の性能を損なうため、装置内壁に形成された絶縁膜などを定期的に取り除くクリーニングの方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ECR(電子サイクロトロン共鳴)プラズマを用いて、SiN、SiO膜などの絶縁膜やその他の薄膜を成膜する技術が開発されつつある。この成

膜を行う装置の構成例を図2に示す。マイクロ波電源1で発生したマイクロ波は導波管2を通ってプラズマ室6に導入される。プラズマ室6内にはメインマグネットコイル8によりプラズマ室6と導波管2との結合部近傍で電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁場が形成されている。そこに、N₂、O₂ガスなどをガス導入管4からプラズマ室6にいれるとプラズマが発生する。このプラズマは反応室7内へ広がり、反応室7に設けたガス導入管5から例えばSiH₄ガスを反応室7内に入れる。反応室7は真空排気管14を通じて図示されない真空排気ポンプにつながっており、装置内に一定のガス圧力を保持することができる。さらに、必要に応じて試料台11には、高周波電源13から高周波電力が供給される。このようにして、反応室7では、ガス同志が反応して試料台11に置いた基板10上にSiN、SiO膜などが形成される。基板10の背面側でメインマグネットコイル8と同軸に反応室7を取り囲むサブマグネットコイル9を、メインマグネットコイル8と同時に用いてカスプ磁場をつくり、成膜を行うことも必要に応じて行われる。

【0003】ところが、成膜は基板面以外の装置内壁面上でも進行する。そして、装置内壁面上の膜の厚みが數μmになると、膜は装置内壁面から剥離し、フレーク状、あるいは粉末状のごみとなり、基板面上に降り積もり、良好な基板面上の成膜が不可能になる。しかし、基板上のみに成膜を限定することは実際上非常に困難である。

【0004】そこで、装置内壁面に成膜した膜が剥離する以前に、この膜を取り除くことが行われており、その方法には、ウェットクリーニングとドライクリーニングがある。

【0005】ウェットクリーニングは、装置を停止させて装置内部の構造物を取り出し、構造物をHFなどの酸でエッティングする方法であり、この方法によるクリーニングを簡易に行なうことができるよう、例えば反応室の内壁面を防着板と称する。クリーニング時に容易に装置外への取出し可能な薄肉円筒で覆い、膜をこの防着板に形成させる装置構造としたものが知られている。しかし、このような構造としてもなお、クリーニングのための装置の大気開放に起因する装置再運転時の真空立上げ時間や、クリーニングの手間や時間などに起因する装置の稼働率や装置運転の自動化の面で問題を有する。

【0006】一方、ドライエッティングの従来の方法は、CF₄、NF₃、SF₆などのエッティングガスをガス導入管4、5からプラズマ室6および反応室7に入れ、プラズマ室6でガスをプラズマにし、このプラズマをメインマグネットコイルが形成する発散磁場すなわちメインマグネットコイルの軸線方向中心から軸線方向に遠ざかるにつれて磁束密度が小さくなるように間隔が広がって行く磁力線に沿って試料台および反応室内壁面へ移動させ、かつこの移動時に反応室に導入されたエッティングガ

5

スもこれを活性化しつつ反応室内壁面へ移動させることにより、プラズマ室および反応室の内壁面および試料台上の膜と化学反応させ、膜をガス化しつつ真空排気管から排出して装置内をクリーニングするものである。

[0007]

【発明が解決しようとする課題】従来のドライクリーニングでは、反応室内壁面近傍および試料台近傍のプラズマ密度が小さく、反応活性種の生成量が少ないためにエッティング速度（以下エッティングレートとも記す）が遅く、また、内壁面の部位によるエッティング速度の差が大きく、装置内全体を短時間にかつほぼ完全にクリーニングすることは困難であった。また、メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとでカスプ磁界、すなわちサブマグネットコイルでメインマグネットコイルによる磁場と逆方向の磁場を形成して磁束同志を衝突させ、コイルの軸線方向の磁束成分が零となる、いわゆるカスプ面の方向に両コイルによる磁束を広がらせる磁場配位を形成する高密度の磁力線に沿い、プラズマ室でプラズマ化されたエッティングガスおよび反応室に導入されたエッティングガスを反応室内壁面へ導き、反応室内壁面に堆積した膜を高速にエッティングする方法も知られている。しかし、この高密度の磁力線が到達する内壁面上の部位は内壁面全面を占めないため、内壁面上の部位によるエッティングレートに差が生じ、クリーニングの時間が内壁面上の最小エッティングレートにより決まるため、この方法でも短時間にクリーニングを終了させることは困難であった。

【0008】この発明の課題は、本発明が対象とするE
CR プラズマ CVD 装置の内部に付着した反応生成物の
膜を、短時間にかつ実質完全に除去することのできるド
ライクリーニングの方法を提供することである。

[0009]

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明においては、メインマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10mtorr範囲の低圧力エッティングガスとを用いて反応生成物を除去する第2のクリーニング工程により、あるいは、メインマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10mtorr範囲の低圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第2のクリーニング工程により、あるいは、メインマグネットコイルが形成する発散磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い

10

20

30

40

50

て反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁場と、1～10mtorr範囲の低圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を供給しつつ反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより、あるいは、メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したミラー磁場と、0.1～数torr範囲の高圧力エッティングガスとを用い、試料台へ高周波電力を印加しつつ反応生成物を除去する第1のクリーニング工程と、前記メインマグネットコイルとサブマグネットコイルとで形成したカスプ磁界と、1～10mtorr範囲の低圧力エッティングガスとを用いて反応生成物を除去する第2のクリーニング工程とにより装置内の反応生成物を除去する方法をとるものとする。

【0010】そして、これらそれぞれの方法によるクリーニング時に、反応生成物が除去される装置内壁面が、第1および第2それぞれのクリーニング工程中、外部の熱源から加熱エネルギーを受けて適宜の高温に保たれるドライクリーニング方法とすればさらに好適である。

【0011】さらに、以上それぞれの方法において、第2のクリーニング工程によるクリーニングを、少なくとも2つのカスプ面位置で行うようにすればさらに好適である。また、このカスプ面位置の移動を、サブマグネットコイルに供給する電流と該サブマグネットコイルの軸方向移動とにより行うようにすれば好適である。さらに、0.1～数torr範囲およびまたは1～10m torr範囲内でのエッチングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管の途中から該真空排気管内へプラズマ室に導入するエッチングガスと同一種のエッチングガスまたは不活性ガスを導入しつつ行うようにするか、反応室の真空排気管を複数の排気管を並列に用いて構成し、使用する排気管の組合せを変えて行うようにすれば好適である。

[0012]

【作用】まず、発散磁場とカスプ磁場ならびにミラー磁場につき説明する。

【0013】発散磁場は、図3に示すように、メインマグネットコイル8に電流を供給して形成した磁場であり、メインマグネットコイル8からサブマグネットコイル9に近づくにつれ磁束16が広がって行く。サブマグネットコイル9には電流を流さない。また、この発散磁場は、プラズマ室内で導波管とプラズマ室との結合部近傍にECR条件を満足する磁束密度領域が形成されるよう、メインマグネットコイルの電流を設定して形成される。から、この電流を大きく変化させることはできず、発散磁場による磁束密度は装置内の各部位ごとに常にほぼ一定である。

【0014】カスブ磁場は、図4に示すように、サブマグネットコイル9にメインマグネットコイル8による磁束16と逆方向の磁束17を形成させたときの全体磁場であり、両磁束が衝突して磁束の軸方向成分が零となる、い

わゆるカスプ面18が形成される。このカスプ面18はほぼ平面となり、カスプ面18の位置は両コイルに流す電流により決まる。前述のように、メインマグネットコイル8に流す電流は大きく変化させることができないが、サブマグネットコイル9の電流は変化させることができるので、この電流を増すことにより、カスプ面18はメインマグネットコイル8に近づき、減らすことによりサブマグネットコイル9に近づく。そして、カスプ面を挟んで反応室内壁面へ向かう磁束の密度が大きくなる。

【0015】ところが、このカスプ面18を図5および図6に示すように反応室7の上面から底面近傍までの全ての位置に形成しようとすると、サブマグネットコイル9の電流を変化させただけでは形成が困難になる。その理由は、カスプ面18を反応室7の底面近傍に形成するためには、サブマグネットコイル9を反応室7の下側に位置させる必要があるが、こうすると、カスプ面18を反応室7の上面近傍に形成するのに、過大な電流をサブマグネットコイル9に流さねばならず、実際に困難を生ずるからである。この困難を解決するために、本発明においては、カスプ面の位置を変化させるために、サブマグネットコイル9の電流を変化させるとともに、サブマグネットコイル9をその軸線方向に移動し、サブマグネットコイル9の位置を変更する。すなわち、カスプ面18を反応室7の上面近傍に形成するときには、電流を増大させるとともに、図5に示すように、サブマグネットコイル9をプラズマ室6方向に移動する。逆にカスプ面18を反応室7の底面近傍に形成する時には、電流を減少させるとともに、サブマグネットコイル9をプラズマ室6と反対方向に移動し、図6に示すように、反応室7底面の下方に位置させる。このようにサブマグネットコイル9を移動することにより、カスプ面を反応室7の上面から底面近傍までの任意の位置に形成することができる。さらに、カスプ面の移動について、試料台11をその軸線方向に移動し、プラズマの流れが十分、反応室7の側壁にあたるようにすると、より効果的に堆積した膜を取り除くことができる。

【0016】ミラー磁場は、サブマグネットコイル9に図4と逆方向の電流を流したときの全体磁場であり、図7に示すように、メインマグネットコイル8とサブマグネットコイル9との間で外方へ膨らむ磁界を示す。従つて両コイル8、9の間に図のように反応室7が位置していると、反応室7の内壁面に沿い、内壁面とほぼ平行で磁束密度の高い磁界が形成され、また、試料台11(図2)を軸方向に通過する磁束密度も発散磁界のみの場合と比較して大きくなる。

【0017】そこで、本発明の各方法における第1のクリーニング工程を、0.1～数torr範囲の高圧力、発散磁場、試料台への高周波電力供給の条件で行うと、エッティングガスの高圧力により高密度プラズマ、従つて高密度の反応活性種が生成され、プラズマ室の内壁面、試料台

の表面および反応室の上面に堆積した反応生成物膜が短時間に完全に除去される。また、この第1のクリーニング工程を、0.1～数torr範囲の高圧力、発散磁場、試料台への高周波電力供給なしの条件で行うと、プラズマ室の内壁面、反応室の上面に堆積した反応生成物膜が短時間に完全に除去される。

【0018】また、第1のクリーニング工程を、0.1～数torr範囲の高圧力、ミラー磁場、試料台への高周波電力供給の条件で行うと、反応室の内壁面に沿い、内壁面とほぼ平行でかつ磁束密度の高い磁界が形成され、かつ試料台を軸方向に通過する磁束密度も発散磁界のみの場合と比較して高くなり、プラズマ室の内壁面、試料台の表面および反応室の上面に堆積した膜が発散磁界の場合よりも短時間に完全に除去されるとともに、反応室の内壁面に堆積した膜もほぼ完全に除去される。

【0019】次に、本発明の各方法における第2のクリーニング工程を、1～10mtorr範囲の低圧力、カスプ磁場、試料台への高周波電力供給なしの条件で行うと、プラズマは磁場に沿って流れ、反応室内壁面に衝突し、内壁面中カスプ面と交差する帯状部位近傍表面に堆積した反応生成物膜が高速に除去される。また、第2のクリーニング工程を1～10mtorr範囲の低圧力、カスプ磁場、試料台への高周波電力供給ありの条件で行うと、試料台での高周波電力供給に基づく放電が、第1のクリーニング工程における高圧力のときほど起こりやすくはないものの、試料台まわりのプラズマ密度が高くなり、試料台表面および反応室の内壁面中カスプ面と交差する帯状部位近傍表面に堆積した反応生成物膜が高速に除去される。

【0020】従つて、第2のクリーニング工程によるクリーニングを、カスプ面の軸方向位置を移動させて行うことにより、反応室内壁面全体の反応生成物膜が高速かつ完全に除去される。

【0021】さらに、前記第1、第2のクリーニング工程によるクリーニングを、反応生成物が除去される装置内壁面が、第1および第2それぞれのクリーニング工程中、外部の熱源から加熱エネルギーを受けて適宜の高温に保たれた状態で行うクリーニング方法とすることにより、エッティングガスと反応生成物膜との化学反応が促進され、クリーニングをより高速に行うことができる。

【0022】このようにして、プラズマ室内壁面、反応室内壁面および試料台表面に堆積した反応生成物を完全に短時間で取り除くことができる。なお、上記の第1および第2のクリーニング工程は、必ずしも第1、第2の順に実施する必要はなく、反応生成物が高速かつ完全に除去される部位の異なるクリーニング工程を用いることが必要である。

【0023】そして、各方法の第2のクリーニング工程において、1つのカスプ面位置から次のカスプ面位置へのカスプ面の移動を、サブマグネットコイルに供給する

電流と該サブマグネットコイルの軸方向移動により行うようすれば、サブマグネットコイルに過大な熱的負荷をかけることなく、任意の位置にカスプ面を形成することができる。

【0024】また、各方法におけるエッティングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管の途中から該真空排気管内へプラズマ室に導入するエッティングガスと同一種のエッティングガスまたは不活性ガスを導入しつつ行うようすれば、排気能力一定の真空排気装置の排気量の一部を真空排気管に導入したガスが占めるから、ECRプラズマCVD装置からの排気量が減り、ECRプラズマCVD装置内の圧力を上昇させることができ、また上昇の程度を真空排気管に導入するガス量により変えることができる。従って、ECRプラズマCVD装置内のガス圧力を検出しつつ導入するガス量をフィードバック制御することにより、円滑かつ自動的にECRプラズマCVD装置内ガス圧力を所望値に設定、維持することができる。この圧力調整方法は特に0.1～数torr範囲での圧力調整に効果的に適用することができる。

【0025】また、エッティングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管を複数の排気管を並列に用いて構成し、使用的する排気管の組合せを変えて行うようすれば、排気管の組合せによりガス流のコンダクタンスが変わ*

*るから、ガス圧力の段階ごとに使用する排気管の組合せを変え、つづいて排気管路の開閉を行うバルブの開度を調整することにより、精度よくかつ簡便に所望圧力値を得ることができる。この圧力調整は特に1～10m⁻³torr範囲での圧力調整に効果的に適用することができる。

【0026】

【実施例】以下に、まず、本発明の方法により、図2に示す構成のECRプラズマCVD装置を用いかつ第1のクリーニング工程における磁界を発散磁界としてドライクリーニングを行ったときの各クリーニング工程におけるクリーニング条件と、これらのクリーニング条件によるクリーニング全体の速さが、各クリーニング工程の組合せの仕方によりどのように変わったかを示す4つの実施例をそれぞれ表1ないし表4に示す。なお、これらの表において、QはNF_x、ガス流量 [cc/min]、Pはガス圧力 [m⁻³torr]、I_sはメインマグネットコイルの電流 [A]、I_aはサブマグネットコイルの電流、W_sはマイクロ波パワー [W]、W_bは基板台に印加する高周波パワー [W]、T_sは各ステップの時間 [分]、ΣT_sは各ステップの時間の和すなわち反応生成物膜を完全に除去するのに要したクリーニング時間である。

【0027】

【表1】

実施例1：厚さ8μmのSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (カスプ面の移動)
Q	150	50	50
P	400	2	2
I _s	155	155	155
I _a	0	200	140
W _s	1500	1500	1500
W _b	200	0	0
T _s	45	20	15
ΣT _s		80	

【0028】

40 【表2】

11

12

実施例2：厚さ8μmのSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (ガス面の移動)
Q	500	50	50
P	1500	2	2
I ₁	155	155	155
I ₂	0	200	140
W ₁	1500	1500	1500
W ₂	200	0	0
T ₁	30	25	20
ΣT_i		75	

【0029】

【表3】

実施例3：厚さ8μmのSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (ガス面の移動)	第4ステップ (ガス面の移動)
Q	150	50	50	50
P	400	2	2	2
I ₁	155	155	155	155
I ₂	0	200	170	140
W ₁	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	0	0
T ₁	30	30	20	10
ΣT_i		90		

【0030】

【表4】

実施例4：厚さ14μmのSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (第1クリーニング工程)	第4ステップ (第2クリーニング工程)	第5ステップ (ガス面の移動)
Q	150	50	150	50	50
P	400	2	400	2	2
I ₁	155	155	155	155	155
I ₂	0	200	0	200	140
W ₁	1500	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	200	0	0
T ₁	30	15	45	20	10
ΣT_i		120			

【0031】つぎに、図1に示す構成のECRプラズマ50°CVD装置を用いてドライクリーニングを行ったときの

13

各クリーニング工程におけるクリーニング条件と、これらのクリーニング条件によるクリーニング全体の速さが、クリーニングの各工程の組合せの仕方によりどのように変わったかを示す4つの実施例をそれぞれ表5ないし表8に示す。以下、まず、図1のECRプラズマCVD装置の構成につき簡単に説明する。

【0032】図1の装置が図2の装置と異なる所は、反応室7の内側にアルミからなる円筒状の防着板20が配され、この防着板20にその外周をほぼ密に囲む加熱・冷却装置21が設けられていることである。この加熱・冷却装置21は、抵抗加熱線をステンレス等からなる凹捲金属管内に管と絶縁状態で挿入してなるシーズヒータ21Aと、冷媒として水が通る冷却管21Bとをそれぞれ同一径のコイル状に、かつ2つのコイルが二重螺旋を形成するよう

に形成し、これをアルミのインゴット中に鋳込んでなる*

実施例5：厚さ $12\mu\text{m}$ のSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (第3クリーニング工程)	第4ステップ (カスケード面の移動)
Q	150	60	150	50
P	400	2	400	2
I ₁	155	155	155	155
I ₂	0	200	0	140
W ₁	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	200	0
T ₁	30	30	30	30
ΣT_1		120		

【0036】

実施例6：厚さ $12\mu\text{m}$ のSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (第3クリーニング工程)	第4ステップ (カスケード面の移動)
Q	150	50	150	50
P	400	2	400	2
I ₁	155	155	155	155
I ₂	150	200	150	140
W ₁	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	200	0
T ₁	30	30	20	30
ΣT_1		110		

【0037】

【表7】

15

16

実施例7：厚さ $12\mu\text{m}$ のSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (第3クリーニング工程)	第4ステップ (カスプ面の移動)
Q	150	50	150	50
P	400	2	400	2
I ₁	155	155	155	155
I ₂	0	200	0	140
W ₁	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	200	0
T ₁	30	30	20	20
ΣT_i		100		

【0038】

【表8】

実施例8：厚さ $12\mu\text{m}$ のSiN膜が装置内壁に堆積し、これを取り除く

ステップ	第1ステップ (第1クリーニング工程)	第2ステップ (第2クリーニング工程)	第3ステップ (第3クリーニング工程)	第4ステップ (カスプ面の移動)
Q	150	50	150	50
P	400	2	400	2
I ₁	155	155	155	155
I ₂	150	200	150	140
W ₁	1500	1500	1500	1500
W ₂	200	0	200	0
T ₁	30	30	10	20
ΣT_i		90		

【0039】以上4つの実施例(表5～表8)から、クリーニング時間(ΣT_i)として、第1のクリーニング工程に発散磁場を用いた場合とミラー磁場を用いた場合とでは、ミラー磁場を用いた場合の方が時間がさらに短縮され、また、クリーニング時に反応室内壁面もしくは防着板内壁面を高温に保った場合の方が、発散磁場同志、ミラー磁場同志の間でもともにクリーニング時間が大幅に短縮されることがわかる。

【0040】なお、CF₄などをエッティングガスとして用いた場合、また、SiO膜を取り除く場合にも、上記実施例と同様に堆積した膜を短時間に取り除くことができる。

【0041】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明においては、ECRプラズマCVD装置の内部に堆積した反応生成物の膜を除去するためのドライクリーニングの方法を、高速かつ実質完全に反応生成物膜が除去される部位がそれぞれ異なる2つのクリーニング工程を用いる方法

としたので、装置内部全体の反応生成物膜を高速かつ実質完全に取り除くことができる。さらに、各方法の第2のクリーニング工程を、カスプ面を移動して行うことにより、反応生成物が完全に除去され、また、このカスプ面移動を、サブマグネットコイルに供給する電流と該サブマグネットコイルの軸方向移動とにより行うことにより、サブマグネットコイルに過大な熱的負荷をかけることなく、任意の位置にカスプ面を形成することができる。

【0042】さらに、ECRプラズマCVD装置を、加熱・冷却装置を備えた装置とし、第1、第2のクリーニング工程中、装置内壁面を適宜の高温に保つようにしたクリーニング方法では、クリーニング時間をさらに短縮することができ、装置のクリーニングが多数回にわたることを考慮すれば、加熱・冷却装置のためのコストを補って余りある効果がもたらされる。

【0043】また、本発明の方法におけるエッティングガス圧力の調整を、反応室の真空排気管の途中から該真空

17

排気管内へプラズマ室に導入するエッティングガスと同一種のエッティングガスまたは不活性ガスを導入しつつ行うことにより、圧力調整が円滑かつ自動的に行われ、かつ導入したガスが万一装置内へ逆流した場合にも所期のエッティング効果が損なわれる恐れがない。また、エッティングガスの圧力調整を、反応室の真空排気管を複数の排気管を並列に用いて構成し、使用する排気管の組合せを変えて行うようにすることにより、圧力調整を簡便にかつ排気管バルブの開度調整を加えて精度よく行うことができる。

【0044】また、本発明の方法によれば、SiN膜だけでなくSiO膜も同様に高速かつ完全に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法のすべてが適用可能なECRプラズマCVD装置の一実施例を示す装置構成図

【図2】本発明の方法中、請求項第5項以外の方法が適用可能なECRプラズマCVD装置の一例を示す装置構成図

【図3】発散磁場を示す図

【図4】カスプ面とカスプ磁場を示す図

【図5】カスプ面を反応室の上面に近づけた場合のサブ

18

マグネットコイルの位置を示す図

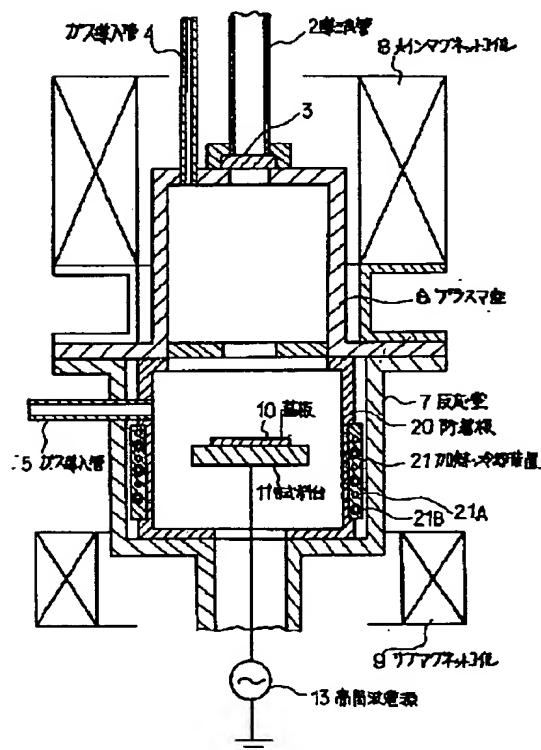
【図6】カスプ面を反応室の底面に近づけた場合のサブマグネットコイルの位置を示す図

【図7】ミラー磁場を示す図

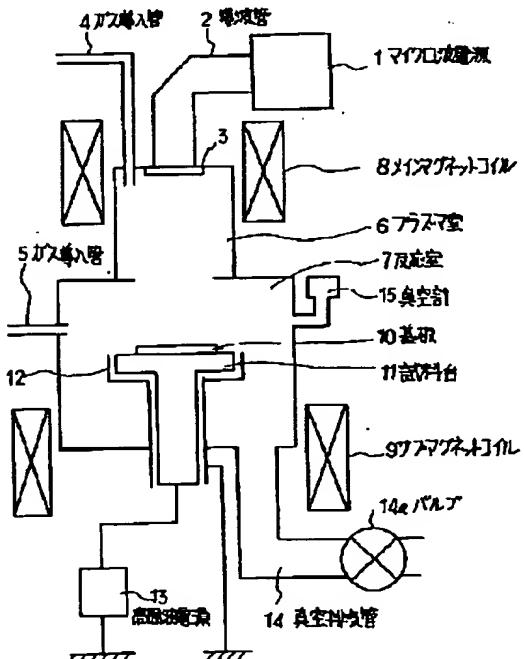
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------|
| 1 | マイクロ波電源 |
| 2 | 導波管 |
| 4 | ガス導入管 |
| 5 | ガス導入管 |
| 6 | プラズマ室 |
| 7 | 反応室 |
| 8 | メインマグネットコイル |
| 9 | サブマグネットコイル |
| 10 | 基板 |
| 11 | 試料台 |
| 13 | 高周波電源 |
| 14 | 真空排気管 |
| 14a | バルブ |
| 15 | 真空計 |
| 18 | カスプ面 |
| 20 | 防着板 |
| 21 | 加熱・冷却装置 |

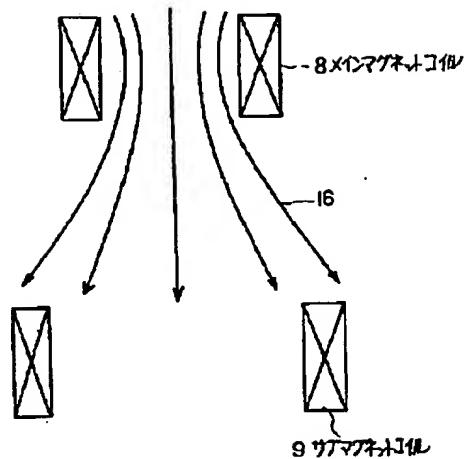
【図1】



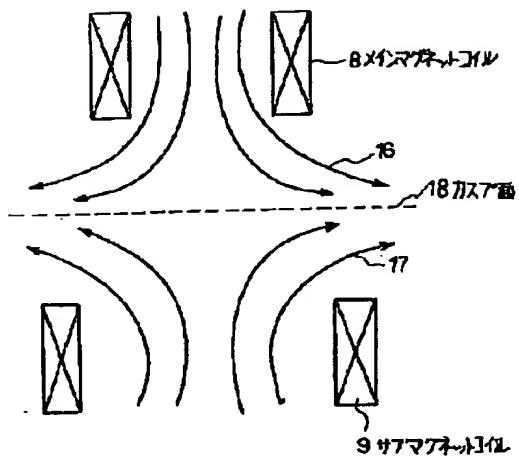
【図2】



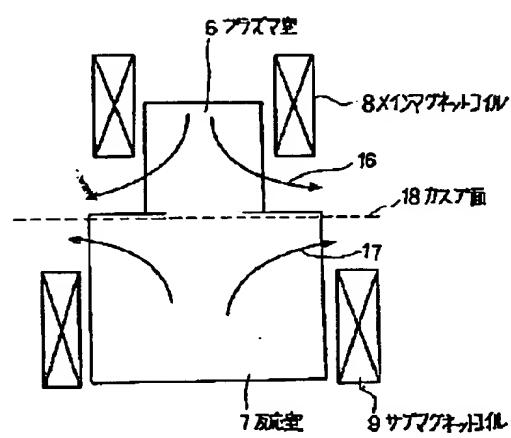
【図3】



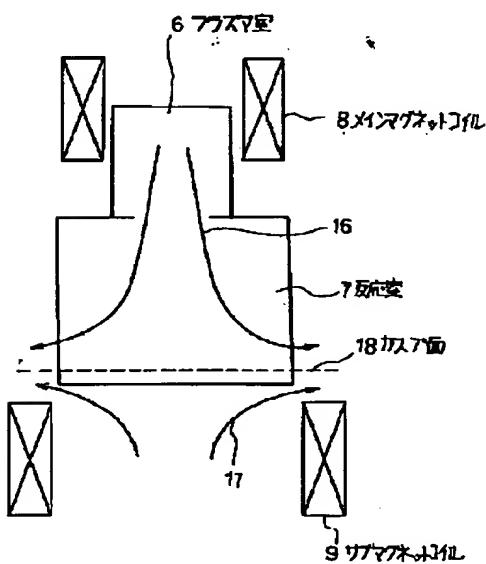
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

